

Avondcollege - Luchtkwaliteit

Notulen college Smart Emission, donderdag 24 november 2016 19.00-21:00

Locatie: Grotiusgebouw Radboud Universiteit, zaal GR 1.160

Notulen door Ellen Klein Gunnewiek en Linda Carton

Introductie is gedaan door Yvonne Cremers. Het eerste college wordt verzorgd door Henk Nijhuis. Henk is luchtkwaliteitsexpert bij de gemeente Nijmegen.

Henk geeft aan dat hij de presentatie start over luchtkwaliteit in algemeen, vervolgens gaat hij wat dieper in op de onderwerpen in. Wanneer Henk komt bij het onderwerp CO2 wordt door Wijland de vraag gesteld in hoeverre CO2 ongezond is in een ruimte. Henk legt uit dat CO2 niet wordt gezien als een probleem binnen luchtkwaliteit maar wordt door de hoge hoeveelheden uitstoot met name gerelateerd is aan klimaat. Hoge CO2 gehalten in een ruimte (binnen) zijn niet perse ongezond maar zorgen ervoor dat er minder zuurstof zich in een ruimte bevindt. Hierdoor zijn hoge CO2 gehalten in klaslokalen bijvoorbeeld ongewenst.

Henk vertelt dat hij binnen de gemeente met name bezig houdt met het luchtkwaliteitsbeleid en het monitoren van de luchtkwaliteit in Nijmegen. Dit doet hij met zowel berekeningen als metingen. Henk legt uit dat vaak de vraag vanuit de burger komt waarom de gemeente niet meet, de formele wetgeving is gebaseerd op berekeningen. Deze formele berekeningen dienen aan te tonen dat je met 10 jaar nog steeds aan de grenswaarden kunt voldoen. In andere landen gaat men hier anders mee om, daar wordt er meer gemeten in plaats van berekeningen te gebruiken.

Wijland vraagt aan Henk wat zijn voorkeur betreft. Henk geeft aan dat beide zo z'n voor en nadelen heeft. Met metingen kun je precies meten wanneer er een overschrijding plaatsvindt. Met berekeningen kun je ook toekomstscenario's maken. Wijland vraagt zich af of je met berekeningen niet erg kunt uitglijden. Henk geeft aan dat dit inderdaad kan en dat het nationaal gezien in Nederland ook met budget te maken heeft.

Henk geeft vervolgens aan dat deze manier van luchtkwaliteit meten, door alleen berekeningen, voor de gemeente Nijmegen ook een van de redenen geweest om zelf te gaan meten (al sinds 2005). Henk geeft wel aan dat in de Nederlandse rechtstaat deze metingen niet rechtsgeldig zijn.

We gaan vervolgens in op de stoffen. Luchtkwaliteit bestaat uit verschillende stoffen onder andere stikstofdioxide (NO2) en Fijnstof (PM10). Daarnaast is er Fijnstof (PM2,5) dit zijn kleinere deeltjes fijnstof. Voor nog kleinere deeltjes zijn er geen normen, zoals bijvoorbeeld Roet (koolstof) en Ultrafijn Particles (UFP). De gemeente Nijmegen heeft sinds kort in een raadsbesluit vastgelegd dat ze verder willen gaan met het beschermen van de gezondheid van burgers. De gemeente Nijmegen voldoet aan de normen voor NO2 en PM10, sinds 2015 worden er geen grenswaarden meer overschreden in Nijmegen. Om deze nog kleinere deeltjes te meten wil de gemeente normen gaan vaststellen in de toekomst.

Vraag P. Biemans: Wat zijn grenswaarden?

Grenswaarden zijn een combinatie van dag of jaar gemiddelden. Voor PM10 zijn het bijvoorbeeld de daggemiddelden gemeten over een geheel jaar.

De volgende bronnen veroorzaken onder andere een slechte luchtkwaliteit: wegverkeer, scheepvaart, treinen, industrie, houtstook/open haarden maar ook barbecues. Henk laat hierbij een tabel zien (op basis van berekeningen, aangezien je niet elke auto/bus apart kunt meten) waarbij hij aangeeft dat scheepvaart de grootste vervuiler is in Nijmegen. Uitstoot van huishoudens staan hier nog niet bij. Henk geeft aan dat dit relatief lastig is om te meten.

Een interessant weetje, 5,7% van de totale ziektelast wordt door luchtverontreiniging veroorzaakt (RIVM, 2014).

Het rekenen aan luchtkwaliteit

Er worden vier tabellen weergegeven op de dia (als u de dia Rekenen aan luchtkwaliteit erbij pakt). Hierbij legt Henk uit dat dit soort berekeningen worden gedaan door het RIVM. Het RIVM heeft allerlei meetstations door heel Nederland. In Nijmegen staan er twee, eentje aan de Graafseweg en eentje aan de Ruijterstraat. Interessant is dat het noordoostelijk deel van Nederland veel schoner is dan het zuidelijke deel van Nederland.

Een vraag uit de zaal: Als het regent of waait, wordt de lucht dan juist schoner?

Aangezien er wordt gemeten met jaargemiddelden wordt bijvoorbeeld niet aangegeven waar een bepaalde windrichting de 'pluim' naartoe stuurt, de berekeningen nemen alle windrichtingen dan mee. Dus dit is nogal moeilijk om aan de hand van de berekeningen te zien.

De lokale bijdrage van de weg wordt bij het berekenen van luchtkwaliteit er ook bijgeteld. In de berekeningen zitten onder andere de volgende punten:

- Hoe verder van de weg af, hoe minder de luchtverontreiniging. Hoe dichter bebouwing en hoe hoger hoe minder de luchtverontreiniging zich zal verspreiden.
- Verkeersintensiteiten zitten erin.
- Percentage vrachtverkeer zit erin, aangezien die meer uitstoten dan een normale personenauto.
- Dit geldt ook voor bussen.
- Daarnaast zit in de berekening iets over snelheid en stagnatie, hoe meer stilstaan en optrekken hoe meer verontreinig er zich zal voordoen. Wanneer je het verkeer met een constante snelheid kunt laten doorrijden in een stad zal de verontreiniging verminderen.

Henk geeft aan dat ze als gemeente vaak vragen gekregen hebben over het effect van groen dus dit interessant vonden om te onderzoeken.

Henk: 'Als gemeente hebben we geprobeerd hiermee te experimenteren, helaas is door het RIVM en het ministerie dit afgekeurd aanzien in de meetresultaten grote onzekerheidsmarges zaten. We hebben geprobeerd dit te stimuleren maar laten het in dit geval over aan onderzoeksinstituten.'

Henk geeft aan dat als er bomen zijn die dicht bij elkaar staan, met name de luchtverontreiniging vasthouden (zie het plaatje op de dia rekenen luchtkwaliteit). Hierbij is de verdunning van de stedelijke situatie weergegeven en de lucht blijft hangen tussen bomen en bebouwing. Een van de bewoners geeft aan dat het misschien interessant is om dit te onderzoeken.

Er is een NSL Monitoringstool die de luchtkwaliteit voor Nederland in beeld brengt. De gemeente Nijmegen heeft ook zelf een tool ontwikkeld die een stadsdekkend beeld geeft. Hierbij heeft de gemeente scheepvaart aan toegevoegd, industrie, aantallen woningen in en oppervlakte van overschrijving en sinds kort ook roet. Dit is te vinden op de Milieuatlas:

<http://kaart.nijmegen.nl/milieu> en op de website van West en Weurt: <http://westenweurt.nl>

Zie de presentatie van Henk Nijhuis over luchtkwaliteit hier:

http://smartemission.ruhosting.nl/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/College_Luchtkwaliteit_nov2016.pdf

Het meten aan luchtkwaliteit

In Nijmegen zijn we al een hele tijd terug (10 jaar geleden) zelf begonnen met meten. Op 30 plaatsen in Nijmegen meten we stikstofdioxide (NO₂). Dit doen we met 'passive samples' een kleine soort reageer buisjes die de stikstofdioxide meten. We zien dat er in Nijmegen al een hele verbetering is ten opzichte van 10 jaar geleden, ook in vergelijking met het landelijke beeld.

Fijnstof meten we op 7 plaatsen in Nijmegen. Dit doen we met Osiris, dit zijn kleine kastjes ter grootte van een soort schoenendoos. We gebruiken beide technieken omdat deze twee methodes minder nauwkeurig zijn dan de landelijke meetkasten van het RIVM. We ijken deze punten dan ook

aan de hand van de meer nauwkeurige RIVM meetpunten. Het voordeel van deze techniek t.o.v. de buisjes methode is wel dat we verfijndere metingen kunnen laten zien. Ook deze getallen kunt u zien op de website van West en Weurt.

Een vraag van een burger: Kan ik een mondkapje dragen tegen fijnstof?

Henk: 'Nee dit heeft geen zin, het gaat daar dwars doorheen. Misschien tegen ziektekiemen of grof stof, dit doen ze met name in de Aziatische landen'.

Ik hoorde laatst dat wanneer ik een dag door Nijmegen zou lopen, ik een pakje sigaretten zou hebben gerookt?

Henk: 'gelukkig gaat dit niet op voor Nijmegen'.

Is het burger sensor netwerk een fijnmaziger netwerk om fijnstof te meten?

Ja het is inderdaad fijnmaziger, maar er zit helaas nog geen fijnstof in.

De luchtkwaliteitsindex (LKI)

Hierin worden een aantal stoffen meegenomen, Ozon, PM10, PM2,5 en NO2. Van deze vier componenten nemen we verschillende klassen (A, B, C, D). Hierin wordt aangegeven per klasse of men gebruikelijke activiteiten dient aan te passen (i.v.m. longziekten bijvoorbeeld).

Dienen we nu te meten of te rekenen?

Wij in Nijmegen doen beide. We meten zowel met sensoren, we meten met standaard methoden die landelijk zijn ingevoerd en passen zowel de landelijke berekeningen toe.

Presentatie van Zoi Katsamani

Zoi heeft ozon gemeten voor September en de vierdaagse feesten. Opvallend is dat tijdens warme dagen de ozon concentraties hoger zijn. Tijdens de vierdaagse feesten heeft Zoi ook ozon gemeten. Sensor 46 en 57 geven aan dat het een ander patroon heeft dan in een normale week. De ozon niveau's zijn lager overdag en hoger 's avonds.

CO2 tijdens de vierdaagse feesten heeft ze ook gemeten. Ze heeft hiervoor sensor 46 en 57 wederom bekeken. Sensor 46 geeft lagere CO2 waardes dan de sensor 57. Beide sensoren geven twee pieken aan in CO2 met name om 2:00 's nachts en 9:00 's ochtends.

Een vraag: Het niveau van CO2 lijkt erg verschillend tussen een aantal sensoren, hoe kan dit? Wel zijn de gassen over het algemeen stabiel.

CO2 lijkt erg moeilijk te meten als gas. Het kan aan de kalibratie liggen het kan ook aan een lokale bron liggen. We gaan proberen de sensoren te kalibreren per sensor (n.a.v. overleg met de leverancier van het sensing device dat CO2 meet, dit werkt via een optisch mechanisme. De initiële vervuiling in de sensor dient per sensing device gekalibreerd te worden om de offset te elimineren. Een test is uitgevoerd op sensoren bij Intemo, hiermee lijkt de initiële offset per sensor eruit te halen). Vervolgens kunnen ook sensoren bij elkaar gezet worden of worden omgewisseld, bijvoorbeeld de sensoren aan de Groenestraat, kijken of dit een verschil geeft.

CO2

In de Groenestraat heeft Zoi gemeten in juli en september voor 3 sensoren (44, 57, 16). Ze geven verschillende waarden of CO2 met kleine fluctuaties. Wel lijken alle sensoren dezelfde patronen te hebben. De waarden van sensor 44 zijn het hoogst, de waarden van de sensor 57 zijn de helft hiervan en de waarden van sensor 16 geven weer een derde weer van deze sensoren. Het 0-punt van deze sensoren lijken niet goed gekalibreerd te zijn, er lijkt een offset op deze sensoren te zitten.

NO2

Tijdens het vierdaagse festival zijn geven de NO2 waarden hoge pieken aan. Zoi heeft daarnaast op een reguliere dag gekeken middels de Heron viewer hoe de NO2 waarden verschillen. Vanaf

16 uur middags tot 12 uur 's nachts lijken de waarden eerst te stijgen en vervolgens te dalen. De vraag hierbij is of het NO₂ gehalte afhangt van verschillende activiteiten in de stad.

Ook heeft Zoi gemeten in een hete week in september. De normale waarden van NO₂ liggen tussen 40-80 mg/m³. In deze hete week op 12 en 14 september zijn er twee pieken die boven de 100 mg/m³ uitkomen zo rond 20.00 uur 's avonds.

Afsluiting van Zoi's presentatie:

Zoi heeft nog enkele dagen komende weken om analyses te maken, van sensordata of over de interpretatie, bijvoorbeeld door combinatie met andere informatie. Graag horen we van u wat u nog graag wilt weten en waar Zoi dan onderzoek naar kan doen.

Zie de presentatie van Zoi Katsamani hier:

http://smartemission.ruhosting.nl/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/Air-Quality_v8.pdf

De documenten met *use case analyses* en bijbehorende sets sensor data in Excel zijn eveneens beschikbaar, deze staan op het Forum, bij Overlegtafel "Gebruikerscases analyseren en visualiseren": <http://smartemission.ruhosting.nl/forums/forum/forum/gebruikerscases/>

Presentatie Rick Jankowski

Rick heeft een boel data verzameld over Ozon. Hier heeft hij kaarten van gemaakt en deze laat hij zien (deze kunt u ook zien op de website). De kaart geeft de sensoren aan en een aantal kleuren op de kaart. Hoe geler de kaart begint te worden hoe meer de ozon in de stad Nijmegen in de lucht zit over een etmaal.

Presentatie Pieter Marsman

Pieter is degene die de sensoren heeft gekalibreerd voor de gassen in de lucht. De sensor geeft veel verschillende waarden. Zoals u kunt zien in de tabel van de powerpoint heeft de sensor niet een enorm groot verschil met de RIVM kast.

De sensoren zijn een aantal keer uitgevallen. Voor de kalibratie is dit nadeling. Omdat de kalibratie seizoenen afhankelijk zijn. Op het moment zijn de sensoren gekalibreerd op twee seizoenen. Voor de winter is dit dus moeilijk, de kalibratie dient alle omstandigheden (temp etc.) erin te krijgen om een goed beeld te krijgen van alle gassen in de lucht.

Methode voor meten

Pieter gebruikt een methode, een neuraal netwerk algoritme, voor het kalibreren. Het neuraal netwerk algoritme wordt getrained door de hoeveelheid metingen te vergroten. Hoe langer er wordt gemeten, hoe beter het neuraal netwerk getrained kan worden. Pieter vergelijkt het met een black box, er is een bepaalde input die erin steekt (7 waarden die de sensor meet NO₂, CO, CO₂ etc.) en daar komt een bepaalde output uit (een voorspelling). Hiermee kan Pieter ongeveer inschatten hoeveel mg/m³ er in de lucht zit voor een bepaald gas.

Zie de sheets van de presentatie. De eerste sheet geeft parameter waarden bij elkaar gezet in 1 Excel tabel, voor 1 sensor. Vervolgens worden een tijdreeks analyse, een scatterplot en een input-output analyse methode toegepast op de data.

De gekalibreerde waarden worden voorspeld uit de ruwe waarden, en deze worden met een "best fit" op de LML-waarden van het RIVM meetstation (onderdeel van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit) geprojecteerd. De voorspellingen worden berekend uit een combinatie van parameters die door de Jose-sensor gemeten worden, zoals temperatuur, luchtdruk, luchtvochtigheid, andere gassen. Hoe meer die voorspelling afwijkt van de LML-waarde waarmee vergeleken wordt, hoe groter de Root Mean Square Error (gezamenlijk gemiddelde van de foutvectoren tussen de meetwaarden van het LML-station en de voorspelde waarden vanuit de Jose-metingen). Hoe beter het patroon van het LML-station, en de variatie daarin, goed kan worden uitgelegd, hoe groter het percentage "Explained Variance". De LML-waarden van het

Landelijk Luchtmeetnet worden als waarheid, als referentiewaarden gehanteerd. Op basis van ruwe sensing waarden, die een 'weerstandswaarde' geven, bijvoorbeeld "NO2resistance" in de Jose sensoren, wordt in combinatie met andere parameters die door Jose zijn gemeten, zoals luchtdruk, temperatuur en andere gassen, een voorspelling gemaakt.

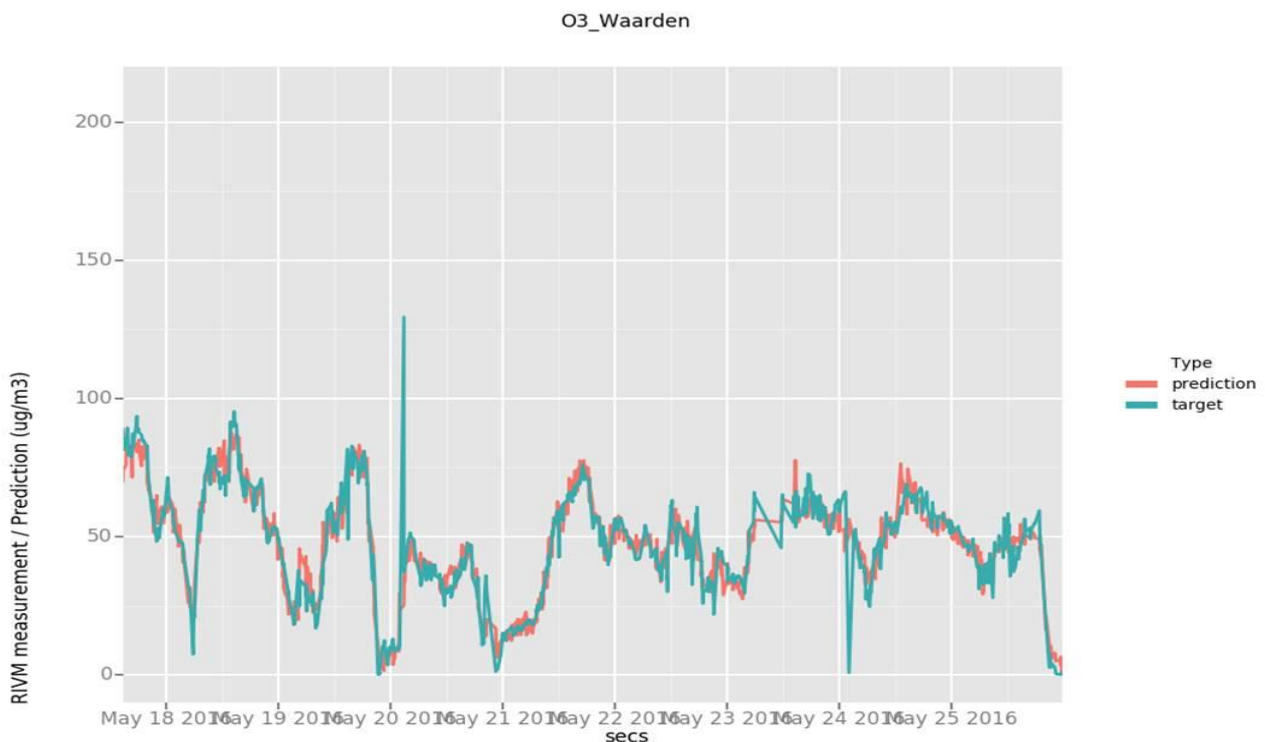
Bij de vergelijking tussen de meetwaarden van de Jose-sensor en de meetwaarden van de RIVM-kast waar een Jose-sensor opgehangen is, moet men met een aantal factoren rekening houden:

- De Jose sensor hangt bovenop de RIVM kast, dus dichtbij het RIVM meetpunt, maar heeft een andere ingang waar de lucht binnenkomt en kan dus ook net een andere gas observatie waarnemen.
- De sensor heeft op het moment nog maar twee seizoenen waarover het iets kan zeggen aangezien de data alleen nog maar op twee seizoenen is gekalibreerd.
- Een sensor heeft van zichzelf een bepaalde ruis (bepaalde bandbreedte die we daarvoor toepassen in de kalibratie, zo heeft het geen zin om getallen achter de komma mee te nemen als de ruis van het sensing device groter is.)

Er wordt gevraagd hoe vaak er gemeten wordt. De LML-kasten geven elke minuut een waarde (een minuutgemiddelde). Voor de Jose sensor komt elke 10 a 11 sec een meting binnen. Als over een langere tijd wordt gekeken, inclusief 'gaten' in de data en automatisch herstarten van de sensor na een herstart (bijv na een verloren verbinding of nadat de sensor te vochtig is geweest), dan komt er gemiddeld een meting per 20 seconden binnen, 3 meetwaarden per minuut.

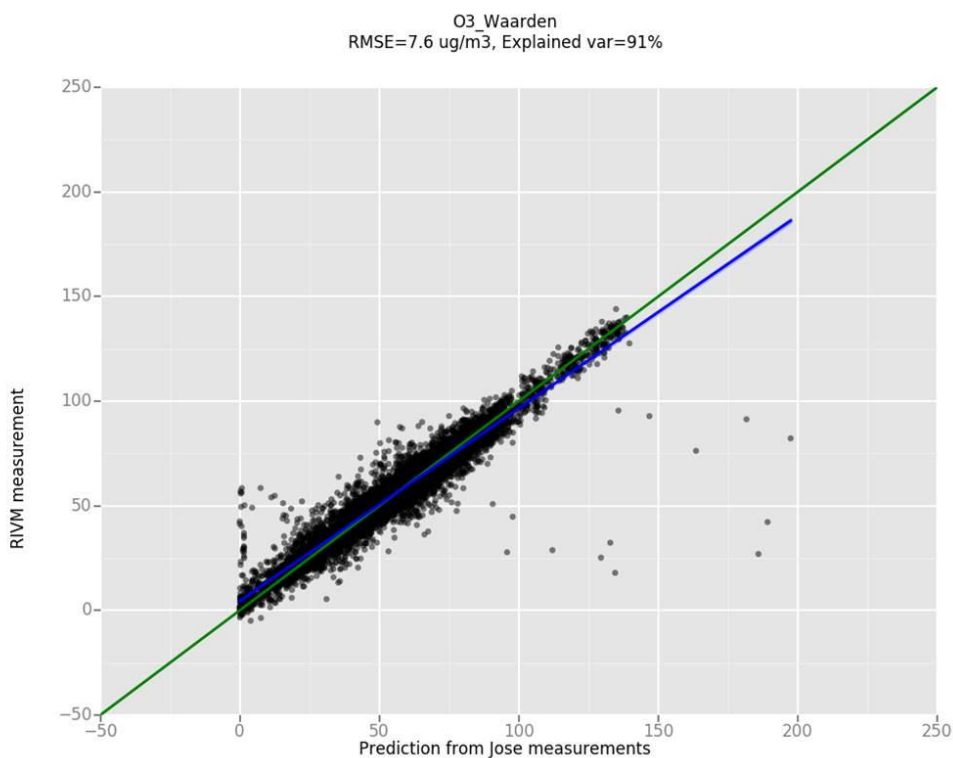
Gassen gemeten bij Jose sensor 12, LML-station Ruyterstraat.

Op de 3^e sheet is de tijdreeks te zien van O₃, Ozon (zie figuur 1). De rode lijn in de grafiek stelt de voorspelde waarde voor uit de berekening van Jose parameters, en de blauwe lijn stelt de LML-waarde voor Ozon op hetzelfde tijdstip voor. Het is goed te zien dat de rode lijn de blauwe aardig volgt. De rode lijn is opgebouwd uit een "voortschrijdend gemiddelde", een *rolling mean*. Als deze rolling mean berekend wordt over de duur van ongeveer 5 minuten, dan mist het neurale netwerk de hele kortstondige pieken. Twee hele korte uitschieters, 1 naar boven op 20 mei en 1 naar beneden op 24 mei worden niet 'gevolgd', maar het is misschien ook de vraag of die LML-metingen valide zijn of uitschieters (outlier problem).



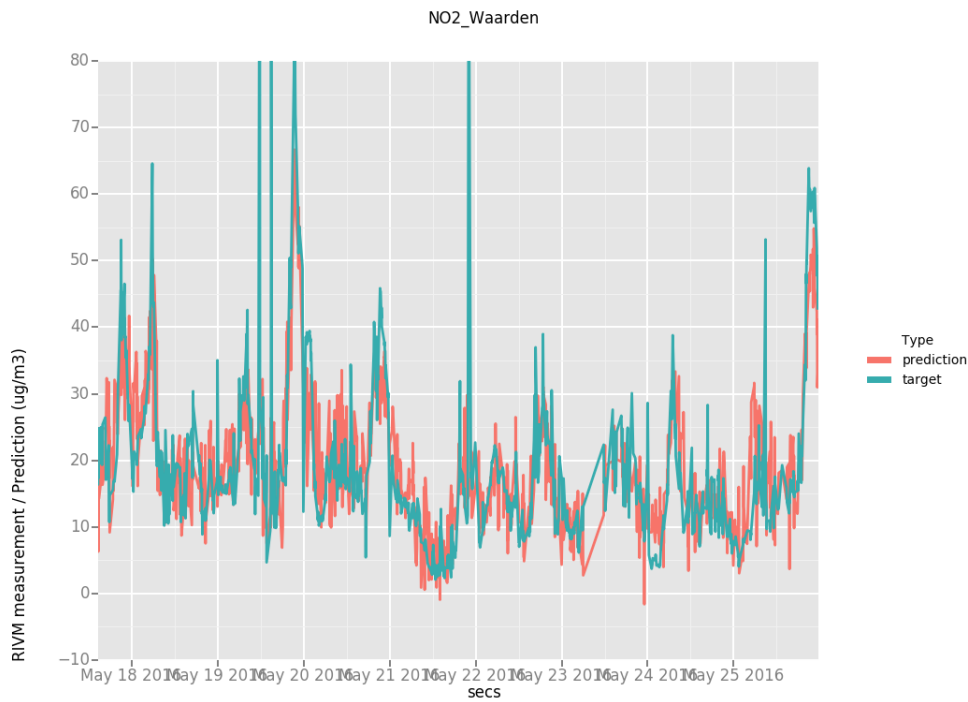
Figuur 1. Tijdreeks van ozon waarden, voorspelde waarden aan de hand van Jose metingen (rode lijn) en de gegeven waarden van het RIVM station (blauwe lijn).

Ook de scatterplot van Ozon toont een beeld dat de stippen van de voorspelde Ozon waarden uit de Jose-sensoren dicht langs de groene horizontale lijn liggen (zie figuur 2). Deze scatterplot toont dat de gecalibreerde meetwaarden (de voorspellingen) heel aardig het patroon van het landelijke LML-meetstation volgt: Root Mean Square Error is 7,6 ug/m³, de Explained Variance is 91%. 91% van de variatie in de waarden van het LML-station kunnen dus worden uitgelegd met behulp van de predictie door de berekening op basis van het Neuraal Netwerk algoritme met de Jose-waarden. Dat is hoog. De waarden van sensor 12 op het gas Ozon, komen dus heel erg overeen met de metingen van het RIVM.



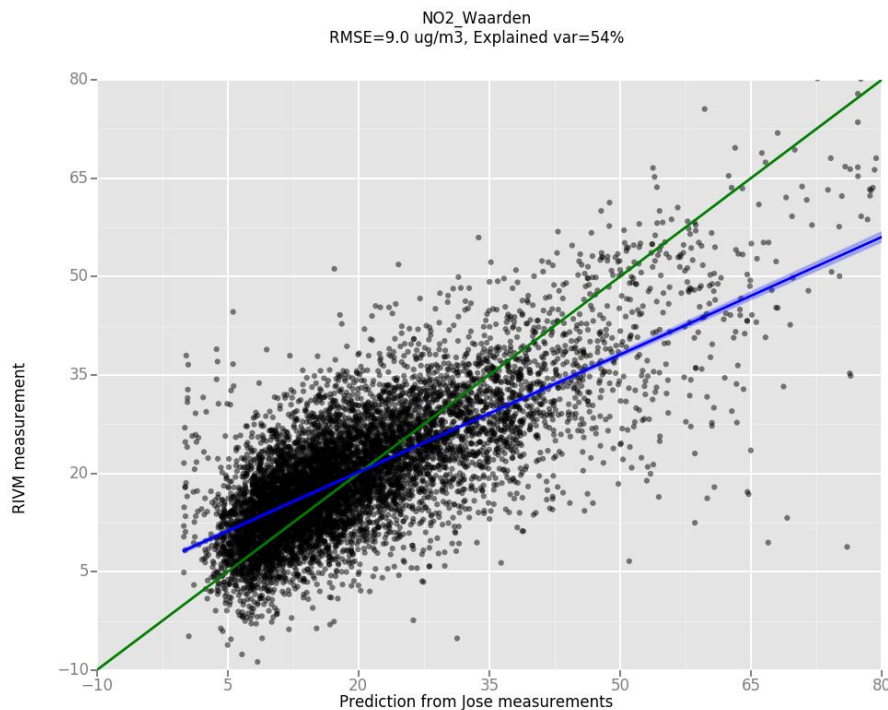
Figuur 2. Scatterplot van de relatie tussen de voorspelde meetwaarden en de meetwaarden volgens het RIVM station.

NO₂. De waarden voor sensor 12 op het gas NO₂ komen minder goed overeen. De tijdreeks grafiek toont dat het gas NO₂ zelf (blauwe lijn in figuur 3) meer fluctueert. De voorspellingen vanuit de Jose-metingen (rode lijn in figuur 3) kan die lijn op zich nog best aardig volgen, maar ligt niet zo dicht op de blauwe lijn als bij Ozon te zien in.



Figuur 3. Tijdreeks van NO2 waarden, voorspelde waarden aan de hand van Jose metingen (rode lijn) en de gegeven waarden van het RIVM station (blauwe lijn).

Op de scatterplot (figuur 4) is te zien dat de afwijking tussen voorspelling en RIVM-waarde groter is dn bij Ozon. De variatie die goed wordt 'uitgelegd' door de berekening die het algoritme tussen verschillende parameters heeft geconstrueerd, telt op tot 54% van de variatie. De Root Mean Square Error (RMSE) lijkt met 9.0 ug/m3 maar iets hoger dan die van Ozon, maar de meetwaarden hebben een kleiner bereik in ug/m3 voor NO2 dan voor O3.



Voor de CO2 meting zou de kalibratie opnieuw uitgevoerd moeten worden nadat de initiële offset uit de sensor is geëlimineerd. Een doelstelling zou zijn om in 4 seizoenen te kalibreren, en dus het kalibratieproces een jaar te laten duren. Daarvoor is vervolgonderzoek nodig. Het projectteam gaat op zoek naar budget voor vervolgonderzoek, de kalibratie zal daarvan onderdeel uitmaken.

Een discussie over kalibratie-aspecten volgt, met suggesties hoe de prestaties van het sensornetwerk geïnterpreteerd kunnen worden, en welke stappen kunnen worden gezet in de kalibratie (een sensing device in de Jose stations vervangen, sensoren bij elkaar hangen en uitwisselen, een duur meetapparaat bij een Jose sensor hangen, etc).

Dat luchtkwaliteit een complex fenomeen is om tastbaar te krijgen, wordt onderkend. Tenslotte gaat de discussie kort over wie er door willen met meten in 2017, en de aanwezige sensorhouders geven allen aan door te willen gaan met meten en het geleerde interessant te vinden. De sensor-manufacturer geeft aan zelf ook veel geleerd te hebben tijdens dit ontwikkeltraject, en geeft aan dat de Jose-sensor een allereerste ontwerp betrof voor een nieuwe sensor. De ontwerper, aanwezig bij het avondcollege, is nu met een 2^e versie bezig. Er zijn mogelijkheden, bijvoorbeeld voor een andere NO2-sensing device die gebruik maakt van nano-ampères, maar dit geeft ook weer nieuwe uitdagingen. Ook met een fijnstofsensor is men bezig. Sommige van deze sensing-devices zijn niet zo low-cost als het oorspronkelijke idee. Op dit moment is de CO2-sensor het duurste sensing device in de Jose-sensor stations, het loont de moeite om de offset hier te elimineren en te zien wat de metingen dan opleveren. Nijmegen is de eerste stad waar dit netwerk hangt, het dient dan ook echt als een urban lab opstelling waar nieuwe verbeteringen kunnen worden uitgetoet.

Henk Nijhuis geeft aan meerwaarde te zien in de participatie door burgers. Aanwezigen geven aan positief te zijn om vanuit de sensorhouders een “werkgroep Smart Emission sensorhouders” te organiseren. Er wordt serieus deelgenomen aan het monitoren, de metingen, en het gezamenlijk leren tussen burgers en experts. Een doorstart in 2017, nadat het officiële project dat gefinancierd werd door Stichting Techniek en Wetenschap STW, wordt voorzien.

Linda Carton vraagt of men behoefte heeft aan een afsluitende bijeenkomst, of een bijeenkomst in het teken van een doorstart, met het perspectief van burgers als belangrijkste onderwerp en burgerdeelnemers als de belangrijkste sprekers. En of deze bijeenkomst nog voor kerst of na kerst gepland zou moeten worden. Er is unanimitieit over dat de laatste weken voor kerst vaak erg druk zijn met kerstborrels en dergelijke, de groep burgers pleit voor een vervolgbijeenkomst in de tweede week (eerste werkweek) van januari. Linda zal een datumprikker rondmailen met een bijeenkomst op bijvoorbeeld 9, 10 of 11 januari 2017.

Door de vele vragen bij de presentaties liep het avondcollege uit. Twee uur blijkt kort voor alle vragen en discussie. De vraag welke analyses Zoi Katsamani nog kan maken in resterende tijd voor het project in december, vanuit het perspectief van sensorhouders, is daarmee niet meer uitgekristalliseerd in discussie. Deze vraag wordt voortgezet op een Overlegtafel op het digitale forum: U kunt hier reageren: <http://smartemission.ruhosting.nl/forums/topic/vraag-aan-sensorhouders-welke-focus-voor-de-laatste-gebruikerscasus-door-zoi/>
